

Tartu Ülikool  
Psühholoogia Instituut

Kertu Saar

SKEMAATILISTE NÄGUDE JA MITTENÄGUDE AUTOMAATNE  
TÖÖTLUS SÕLTUVALT NENDE ORIENTATSIOONIST: EEG,  
REAKTSIOONIAJA JA SUBJEKTIIVSETE HINNANGUTE VÕRDLUS

Seminaritöö

Juhendajad: Kairi Kreegipuu (PhD), Nele Kuldkepp (MSc)

Läbiv pealkiri: Skemaatilised näod ja mittenäod

Tartu 2013

Skemaatiliste nägude ja mittenägude automaatne töötlus sõltuvalt nende orientatsioonist:  
EEG, reaktsioonaja ja subjektiivsete hinnangute võrdlus

### Kokkuvõte

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli EEG mõõtmiste, reaktsiooniaegade ja subjektiivsete arvamuste alusel hinnata automaatse nägudetöötamise strateegiaid. EEG katse oli üles ehitatud lahknevusnegatiivsuse esilekutsumiseks. Katseisikud jälgisid tähelepanust sõltumatu ülesande käigus arvutiekraanil skemaatilisi emotsionaalseid nägusid ja mittenägusid püstiste ja pööratudena. EEG tulemuste põhjal sai kinnitust hüpoteesi, et ümberpööratud nägude EEG komponentide amplituud ja sagedus sarnanevad rohkem mittenägude kui püstiste nägude omadele. Reaktsiooniajad püstistele nägudele olid kiiremad kui pööratud nägudele ja mittenägudele ning need erinesid rohkem näo ja pööratud näo kui pööratud näo ja mittenäo vahel. Katseisikute hinnangud püstiste ja pööratud stiimulite omadustele erinesid rohkem nägude puhul ja ei erinenud oluliselt mittenägude puhul. Tulemustest järeldati, et nägudetöötlus on kiire ja konfiguratsiooniline protsess. Ümberpööratud nägu aga vaatleja jaoks näo tähenduse ning seda töödeldakse rohkem osade kaupa nagu mittenäolisi objekte.

Märksõnad: Nägude töötlemine, EEG, MMN, reaktsiooniajad, hinnangud, skemaatilised näod

Läbiv pealkiri: Skemaatilised näod ja mittenäod

Automatic processing of schematic faces and non-faces depending on their orientation: an EEG, reaction time and subjective evaluations study

Abstract

The aim of this study was to assess the automatic processing of faces according to EEG recordings, reaction times and subjective opinions. The EEG study was constructed to elicit a mismatch negativity. During the test, the subjects observed emotional schematic faces and non-faces in upright and inverted orientations on a computer screen, while executing an attentionless task. The results of the EEG measurements confirmed the hypothesis that the amplitude and frequency of the EEG components of inverted faces resemble more to those of non-faces than to those of upright faces. Reaction times were faster to the upright faces than to the inverted faces and non-faces. They also differed more between upright and inverted faces than inverted faces and non-faces. Subjective evaluations of upright and inverted test stimuli differed more for facial stimuli and not significantly for non-faces. These results indicate that face-processing is fast and configurational. In an inverted orientation, however, a face loses the meaning of a face and is processed more atomically as are non-facial objects.

Keywords: Face processing, EEG, MMN, reaction times, evaluations, schematic faces

Running head: Schematic faces and non-faces

### Sissejuhatus

Emotsionaalsete nägude tajumist võib pidada ökoloogiliselt väga vajalikuks oskuseks ja inimestevaheliste suhete üheks alustalaks. Näoilmed võivad väljendada olulisi signaale: ohtu või appikutset, kaaslase tundeid ja plaane. Seetõttu võib eeldada, et inimene tajub oma liigikaaslaste nägusid mingil erilisel viisil. On leitud, et näod kui evolutsiooniliselt etteprogrammeeritud stiimulid tekitavad aju aktiivsuses tugevama varase reaktsiooni kui kultuurilised sümbolid (nt. sõnad) mis tähendab, et neid töödeldakse automaatsemalt (Rellecke, Palazova, Sommer, & Schacht, 2011). Sama on kinnitanud veel paljud autorid ning tundub, et emotsioonide tajumine võib toimuda ilma tähelepanuta ja lausa kohustuslikult, sest aju seab nende töötlemise prioriteetseks ning ei luba neid ignoreerida (Palermo & Rhodes, 2007).

Nägudetaju evolutsioonilise vajalikkuse rõhutamine võib tekitada küsimusi erinevate emotsioonide erisuguse olulisuse kohta ellujäämise tagamisel, kuid Smith (2012) leidis erievalt senistest töödest, kus on uuritud peamiselt hirmuga seotud nägusid, et sarnaselt kiire ja automaatne töötlus kaasneb igasuguste emotsionaalsete nägude vaatamisega, mida ka antud töös kasutati.

Ka Martha J. Farah leidis nägude töötlemise teemalises ülevaateartiklis (1996), et see protsess on tõepoolest eriline ning viis seejärel läbi katsed leidmaks, kuidas see siis õigupoolest erineb. Katses võrreldi nägude töötlemist nende ümberpööratud variantidega, sõnade ja majadega. Selgus, et nägusid töödeldi holistilisemalt (st. terviklikumalt, neid ei lahutata nii palju osadeks) kui muid objekte (Farah, Wilson, Drain, & Tanaka, 1998). Ka mälukses on kõikvõimalikke objekte, mida inimene on harjunud vaid teatud asendis nägema, keerulisem meenutada ümberpööratuna. Eriti ebaproportsionaalselt raske on aga tagurpidi nägude meenutamine (Yin, 1969).

Nägudetaju erilisust on palju uuritud ka ajukuvamismeetodite abil. Kanwisher, Tong ja Nakayama (1998) leidsid, et nägudespetsiifiline fusiform-ala (*fusiform face area e. FFA*) ajus reageerib vähem ümberpööratud nägudele kui püstistele. Haxby et al. (1999) sõnul on nägudega seotud ka alumine ja keskmine kuklakäär (*inferior and mid occipital gyri*), külgmiline fusiformkäär (*lateral fusiform gyrus*) ja ülemine oimuvagu (*superior temporal sulcus*), kuid ümberpööratud nägude töötlemisel aktiveeruvad ajus rohkem objektitajuga

seotud alad: tagumine ja keskmine fusiformkäär (*posterior and medial fusiform gyri*) ning tagumine ülemine kuklakoor (*posterior superior occipital cortex*). Yovel ja Kanwisher on oma fMRI uuringute alusel pakkunud, et nägude töötlemine ei ole üldsegi protsessispetsiifiline osade või terviku suhtes, vaid valdkonnaspetsiifiline nägude suhtes ja seega ei saa nägude töötlemist üldse muude objektidega võrrelda, sest see on kvalitatiivselt erinev (Yovel & Kanwisher, 2004).

Üks võimalus nägude tajumise tagamaade uurimiseks on elektroentsefalograafia (EEG), mis on väga hea ajalise lahutusvõimega peaaegu elektrilise aktiivsuse mõõtmise meetod. Hea ajaline lahutus tähendab võimalust väga täpselt mõõta ja võrrelda emotsioonide automaatse tajumise kiirust. Korduvate EEG mõõtmiste keskmistamisel kaotatakse signaalist juhuslik müra ja saadakse signaalilõigud, mis peaksid peegeldama vaid stiimuliga seotud aktiivsust. Neid lõike nimetatakse sündmusega seotud potentsiaalideks ehk *ERP*-deks (*event related potential*). ERP-dest on võimalik eraldada universaalseid (kuid teatud ülesannetele kohaseid) komponente ja nii on leitud ka mitmeid nägudetöötlusele spetsiifilisi laineelemente.

Nägudega on seostatud näiteks N2 komponenti (Wu, Duan, Tian, Wang, & Zhang, 2012), N250 komponenti (Zheng, Mondloch, & Segalowitz, 2012) ja N170 komponenti (Bentin, McCarthy, Perez, Puce, & Allison, 1996). Viimane ei saanud küll tõestust Mercure, Dicki ja Johnsoni töös (2008), kus leiti, et nägude töötlemises tervikuna või üksikute tunnuste kaupa käituvad erinevalt hoopis nägudega seotud P1 ja P2 komponendid. Üks järeldustest oli, et nägude töötlemine tervikuna toob visuaalsest korteksist rohkem tagasisidet kui näo osade töötlemine.

Käesoleva töö ülesehitus loodi peamiselt lahknevusnegatiivsuse esile kutsumise eesmärgil. Lahknevusnegatiivsus (*mismatch negativity* e. *MMN*) avastati 1978. aastal (Näätänen, Gaillard, & Mäntysalo) ja on tänaseks leidnud laialdast kinnitust ja mitmeid kasutusvaldkondi (Näätänen, 2000; Kujala, Tervaniemi, & Schröger, 2007). MMN on negatiivne väljalöök EEG kõveras, mis tekib, kui hulga harjumuspäraste (ehk standard)stiimulite seas esitatakse üksikuid hälbivaid (deviantseid) stiimuleid. Erinevalt teistest muutuseid väljendavatest ERP komponentidest tekib MMN ka ilma tähelepanuta, st. katseisik võib täita asjassepuutumatut ülesannet, magada või isegi koomas olla (Näätänen, Paavilainen, Rinne, & Alho, 2007).

Esialgu otsiti MMN-i helimodaalsusest (Näätänen et al., 2007) ning isegi helide kaudu on püütud uurida emotsionaalsuse tuvastamist (Goydke, Altenmuller, Moller, & Munte, 2004). Tänapäevaks on kinnitatud tõendeid ka visuaalse MMN-i olemasolust (Pazo-Alvarez, Cadaveira, & Amenedo, 2003; Kimura, Schröger, & Czigler, 2011). On välja pakutud, et kuna ka emotsioonide töötlemine toimub mingil määral automaatselt ja teadvustamatult, siis võib tekkida lausa eraldi näoväljenduste-spetsiifiline negatiivne komponent *EMMN* ehk *expression MMN* (Zhao & Li, 2006; Li, Lu, Sun, Gao, & Zhao, 2012). Selle komponendi abil on kirjeldatud näiteks depresioonipatsientide düsfunktsionaalsust emotsioonide tajumisel ja tuvastamisel (Chang, Xu, Shi, Zhang, & Zhao, 2010). MMN helimodaalsuses tipneb 150 ja 250 ms vahel, kuid nägemistajus on vahemikke raporteeritud kuni 400 ms ulatuses (Kimura et al., 2011).

Olemasolevale kirjandusele tuginedes on põhjust käesoleva katse tulemustest oodata tõendeid, et nägusid töödeldakse püstises asendis terviklikult ja ümberpööratuna kaotavad need vaatleja jaoks näo tähenduse ning lahutatakse osadeks. Sellest lähtuvalt püstitas autor järgnevad hüpoteesid:

- 1) ümberpööratud nägude EEG komponentide amplituud ja sagedus sarnanevad rohkem mittenägude kui püstiste nägude omadele;
- 2) reaktsiooniajad püstistele nägudele on kiiremad kui pööratud nägudele ja mittenägudele ning reaktsiooniajad erinevad rohkem näo ja pööratud näo kui pööratud näo ja mittenäo vahel;
- 3) katseisikute hinnangud püstistele ja pööratud stiimulitele erinevad nägude puhul ja ei erine mittenägude puhul.

### Meetod

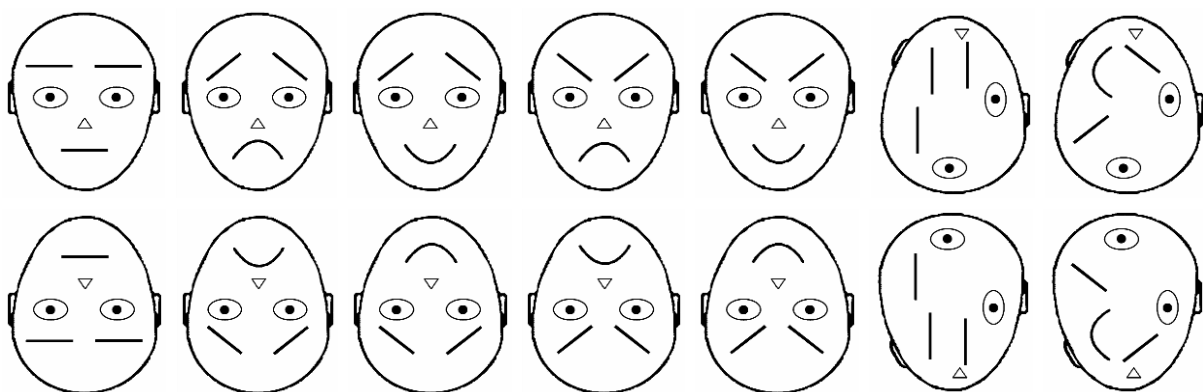
Testimised toimusid osana Primus programmi raames läbi viidavast laiemast uuringust, mis keskendub kognitiivseid protsesse peegeldavatele käitumuslikele reaktsioonidele ja psühhofüsioloogilistele signaalidele. Uurimistöö on heaks kiidetud Tartu Ülikooli Inimuuringute eetika komitee poolt. Katseid viidi läbi 2012. aasta märtsis, aprillis, oktoobris ja novembris. Need toimusid päevasel ajal (kell 10-16) Tartu Ülikooli keemiahoone eksperimentaalpsühholoogia laboris. Eksperimentaatoriks oli lisaks käesoleva töö autorile Kadri Väljaste, kellega koos analüüsiti ka andmeid ning kelle seminaritöö valmib sama andmestiku põhjal ja keskendub erinevate emotsioonide töötlusele.

## Valim

Uuringus osales 44 isikut (20 meest, 24 naist) vanuses 18-36 aastat. Neid kutsuti Tartu Ülikooli ainekursuselt „Tunne iseennast: Praktiline sissejuhatus individuaalsete erinevuste psühholoogiasse I“, läbi erialaste e-maili listide ja eksperimentaatorite tuttavate seast. Katseisikud olid terved ja normaalse või korrigeeritud nägemisega (21 prillid, 2 kontaktläätsed). Katseisikud olid uuringutavade kohaselt valdavalt paremakäelised, kuid valimisse arvati ka 1 vasakukäeline, sest tema tulemustes ei leitud teistega võrreldes suuri erinevusi ja antud töös ei keskenduta ka ajupoolkerade vahelistele tööluserinevustele. Katseisikud ei olnud teadlikud täpsetest uurimisküsimustest ja kirjutasid alla katses osalemise nõusolekuvormile. Katsesse tulijatel paluti korralikult puhata ja katsele eelnevatel kolmel tunnil mitte tarvitada stimulannte (kofeiin, nikotiin).

## Stiimulmaterjal

Stiimuliteks olid skemaatilised emotsionaalsed näod, mis on varasemalt adapteeritud Öhmani, Lundqvisti ja Estevesi (2001) eksperimendist Gerly Kuke magistr töö jaoks (2010). Komplekt koosneb kõrvade, silmade, kulmude, nina ja suuga emotsionaalsetest nägudest ja mittenäolistest kujunditest, mis koosnevad nägudega samadest elementidest segamini aetuna. Oliver Sibolti seminaritöö (2012) raames võeti kasutusele kõikide stiimulite ümberpööratud variandid, mida kasutati ka käesolevas töös tööluserinevuste tuvastamiseks (vt *Joonis 1*). Stiimulid olid suurusega 674 x 789 pikslit ja ilmusid valgel taustal ekraani keskel.



*Joonis 1.* Katses kasutatud stiimulid. Nimetused vasakult paremale – neutraalne, kurb, rõõmus, kuri, kaval, kujund 1, kujund 2.

Tavapärased kasutatakse MMN katsetes stiimulite esitamiseks nn. *oddball* paradigmat, kus üksikut hälbivat ehk deviantstiimulit esitatakse harva hulga ootuspäraste ehk standardstiimulite reas. Antud katses aga kasutatakse veidi uudsemat *optimum* paradigma, kus

vahelduvalt standardstiimuliga esitatakse sama pika seeria jooksul 5 erinevat deviantstiimulit. See meetod võimaldab kiiremini ja lühemate mõõtmiste abil ühekorraga palju rohkem erinevaid tulemusi saavutada. On leitud, et *optimum* paradigma kasutades saadud MMN amplituud on vähemalt sama suur (Näätänen, Pakarinen, Rinne & Takegata, 2004) või suuremgi (Thönnessen et al., 2008) kui *oddball* paradigma kasutades.

### Protseduur

Testimises osales korraga üks katseisik. Kõigepealt hindas katseisik eesti keelde adapteeritud Borg CR10 skaalal (Borg, 1998) oma subjektiivse väsimustunde intensiivsust ja lisaks mõõdeti tema objektiivset väsimust kriitilise vilkumissageduse (*critical flicker frequency e. CFF*) meetodi abil (sageduse piir, mil vilkuv tuluke näib katseisikule seisvana või vastupidi). Seejärel ühendati ta EEG seadmetega.

Katseisik istus välistest helidest isoleeritud hämaras ruumis ja jälgis ülesannet Mitsubishi Diamond Pro 2070SB 22" arvutiekraanil. Tool oli ekraanist 115 cm kaugusel. Katseisikut juhendati katsesoorituste käigus võimalikult liikumatu ja rahulikuna püsima. Esmalt mõõdeti katseisikuaju elektrilise aktiivsuse baastasemeid puhkeolekus: 120 sekundit kinniste silmadega ja 120 sekundit avatud silmade ning viie meelega esile kutsutud silmapilgutusega. Seejärel tegi katseisik läbi lühikese (2 blokki) prooviseeria ülesandega harjumiseks. Eksperimentaatorid vältisid juhiste andmisel stiimulitele kui „nägudele“ viitamist, kasutati väljendeid „kujund“, „objekt“ jne.

Mõõtmine koosnes kolmest erinevast katseseeriast. Kõigis kolmes seerias anti katseisikule erinev ülesanne. Iga kord tuli võimalikult kiiresti hiireklahvi vajutades reageerida, kui märgati kokkulepitud eesmärktiimulit:

- (1) neutraalse emotsionaalsusega stiimulnägu ja tema pööratud variant
- (2) segatud ümarate elementidega näosarnane kujund (edaspidi „kujund 2“) ja tema pööratud variant
- (3) kõik deviantstiimulid, ehk kõik, mis ei ole antud seerias standardstiimul (see oli segatud sirgete elementidega kujund, edaspidi „kujund 1“) ja tema pööratud variant.

Stiimuleid esitati programmis MATLAB (*MathWorks, Inc*) Kairi Kreegipuu ja Mai Toomi poolt programmeeritud juhtfailide abil. Iga seeria koosnes 40 katseblokkist, iga katseblokk koosnes 37 stiimulist (seeriates (1) ja (2) 21 standardit, 12 devianti, 4 eesmärktiimulit,



seerias (3) 21 standardit, 2 devianti ja 12 eesmärk-devianti). Stiimulit esitati 249 ms ja esituste vaheline aeg (*ISI e. interstimulus interval*) oli 449 ms, iga tsükli pikkuseks seega 698 ms. Katseisikute vahel varieeriti seeriade esitamise järjekorda. Katseisikute reaktsiooniajad salvestati.

Kõigi katseseeriade vahel täitis katseisik Borgi väsimuse küsimustikku. Katse lõppedes mõõdeti taas puhkeoleku baastasemed kinniste ja lahtiste silmadega ning uuesti kasutati objektiivse väsimuse mõõtmiseks CFF meetodit. Katseisik täitis küsimustiku katsestiimulite omaduste kohta, kus vastas 9-pallisel Likerti skaalal kui õnneliku või õnnetu ja rahuliku või erutatud varjundiga tunded teda stiimulit vaadates valdavad, kui silmapaistev stiimul katses oli, kas tuvastamisel kasutati visuaalseid või verbaalseid võtteid ning milliseid nimesid stiimulile anti. Lisaks andis katseisik geenipolümorfismide määramiseks süljeproovi. Väsimuse mõõtmiseid ja geeniproove antud uurimistöös ei käsitleta.

### **Elektroentsefalograafia (EEG)**

Katse käigus salvestati aju elektriline aktiivsus elektroentsefalogrammina (salvestussagedus 1024 Hz, filtrid 0,16-100 Hz) 32 aktiivelektroodi ja 6 lisaelektroodi abil. Viimastest neli paigutati silmade ümbrusesse, et jäädvustada silmaliigutusi, mis oli kasulik hiljem signaali puhastamisel liigutustest tekkinud mürast. Lisaks kinnitati mõlema kõrva külge üks referents- ehk võrdluselektrood, mille suhtes ülejäänud elektrodide aktiivsuse erinevusi arvutada.

### **Andmetöötlus**

EEG tulemused puhastati ja töödeldi programmis *BrainVision Analyzer 1.05*. Toorandmed kohandati referentselektroodidele ja analüüsist eemaldati mittekasutatud kanalid. Rakendati töötlusfilter (24 dB/oct, 0,1-30 Hz) ning silmapilgutuste korrigeerimiseks kasutati Grattoni ja Colesi algoritmi (Gratton, Coles, & Donchin, 1983). Andmed jagati vastavalt stiimulile fragmentideks alates -250 ms enne stiimulit kuni 750 ms pärast stiimulit. Tehti baastaseme korrigeerimine, mille käigus 100ms pikkune lõik enne stiimulit võrdsustati nulltasemega, et igal lainel oleks enne stiimulit võrdne algsuhtepositsioon. Andmetest eemaldati artefaktid (lõigud, milles esines suuremaid kahe naaberväärtuse absoluut erinevusi kui 50  $\mu$ V; lõigud, mille maksimaalse ja minimaalse amplituudi erinevus ületas 100  $\mu$ V; lõigud, mis sisaldasid amplituudi üle 100  $\mu$ V või alla -100  $\mu$ V ning lõigud, mis olid 100 ms jooksul väiksema

aktiivsusega kui 0,5  $\mu\text{V}$ ). Kuna standardstiimuleid esitati katseisikule rohkem kui deviante, valiti võrreldavate arvude ühtlustamiseks standardite seast juhuslikult 5%.

Iga elektroodi salvestused iga stiimuli kohta keskmistati eraldi iga katseisiku puhul ja saadi sündmusega seotud potentsiaalid. Nende signaalilõikude keskmistamisel üle katseisikute (summaarsed keskmistatud ERP-kõverad e. *Grand Averages*) võrreldi reaktsioone erinevates katsetingimustes. Arvutati standardite ja deviantide vahelise erinevuse lained (deviant miinus standard) ning paaritute t-testidega analüüsiti erinevuse olulisust.

Reaktsiooniajad ja küsimustike vastused sisestati programmi *Microsoft Excel 2000* ja neid töödeldi programmis *IBM SPSS Statistics 20*. Selgus, et reaktsiooniajad ei vasta normaaljaotusele (asümmeetria=0,3, ekstsess=0,3,  $p<,01$ ) ja erinevate tingimuste andmete variatiivsused ei olnud statistiliselt piisavalt sarnased ANOVA meetodi või t-testide kasutamiseks ning seega viidi võrdlused läbi samaväärsete mitteparameetriliste – Mann-Whitney (reaktsiooniajad) ja Wilcoxon (küsimustik) testidega.

## Tulemused

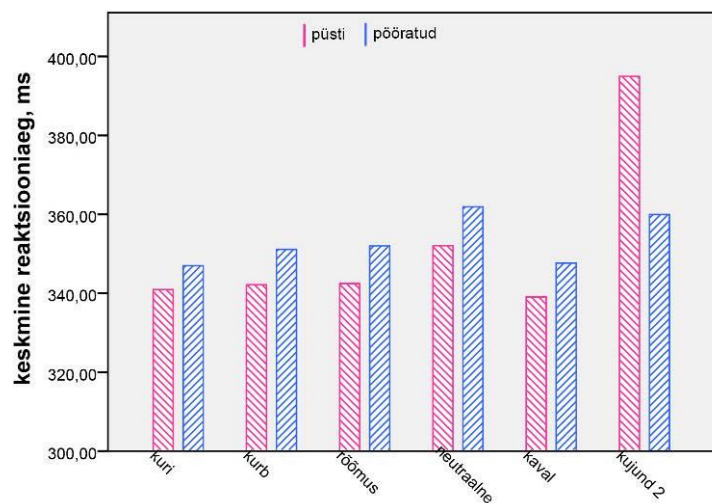
### Reaktsiooniajad

Sõltuvalt ülesandest salvestati reaktsiooniajad (edaspidi *RT* e. *reaction time*) vaid iga seeria eesmärkstiimulile. Analüüsist eemaldati kõik reaktsioonid valele stiimulile (üle kõigi katseisikute 3148 juhtumit) ja reageerimata jätmised õigele stiimulile (2681 juhtumit). Samuti jäeti kokkuleppeliselt välja alla 100 ms kiirusega reaktsioonid, sest need ei ole tõenäoliselt teadvustatud (114 juhtumit).

Seerias (1) oli standardiks kujund 2 ja eesmärkstiimuliks neutraalne nägu. Keskmise RT püstise näo tabamisel oli 429 ms ( $SD=78,3$  ms) ja pööratud näo puhul aeglasem: 436,9 ms ( $SD=78,2$  ms). Püstise ja pööratud näo RT vahel oli oluline erinevus ( $p<,01$ ). Seerias (2) oli standardiks neutraalne nägu ja eesmärkstiimuliks segamini kujund 2. Keskmise RT püstise kujundi peale oli 433,6 ms ( $SD=80,3$  ms) ja pööratud kujundi peale 436,1 ms ( $SD=81,1$  ms). Segamini kujundi puhul ei esinenud püsti ja pööratud tingimuste vahel statistiliselt olulist erinevust ( $p=,197$ ).

Seerias (1) oli keskmine RT 433 ms ( $SD=78,4$  ms) ja seerias (2) oli keskmine 434,8 ms ( $SD=80,7$  ms). Kahe seeria keskmiste vahel ei olnud olulist erinevust ( $p=,579$ ). Üle kahe seeria tehti ka võrdlused püstise näo ( $m=429$  ms;  $SD=78,3$  ms) ja kujundi ( $m=434,8$  ms;  $SD=80,7$  ms) ning pööratud näo ( $m=436,9$  ms;  $SD=78,2$  ms) ja kujundi vahel. Statistiliselt oluline erinevus leidis aset näo ja kujundi võrdlusel ( $p=,004$ ), kuid pööratud näo ja kujundi võrdlusel oli erinevus olulisuse piirist napilt väiksem ( $p=,050$ ).

Seeria (3) ülesehitus oli teistele vastupidine ja seega saadi siin reaktsiooniajad kõigile stiimulitele peale standardi. Kõigi nägude puhul oli püstise näo tabamine kiirem kui pööratud variandi puhul, kuid segamini kujundi puhul oli vahekord vastupidine (vt *Joonis 2*). Kurja näo puhul oli püstises tingimuses keskmine RT 340,9 ms ( $SD=81,7$  ms) ja pööratud



Joonis 2. Seeria (3) reaktsiooniajad stiimulite võrdluses.

tingimuses 347 ms ( $SD=86,2$  ms) ning nende tabamise kiiruse vahel ei olnud statistiliselt olulist erinevust ( $p=,080$ ). Kõigi teiste nägude puhul olid reaktsiooniajad pööratud ja pööramata variandile statistiliselt erinevad: kurva näo puhul  $m(\text{püsti})=342,2$  ms ( $SD=80$  ms)

Tabel 1. Valede reaktsioonide protsent kõigist reaktsioonidest. Roosas kirjas püstine ja sinises pööratud variant.

		valede reaktsioonide protsent		
		(1)	(2)	(3)
stiimul	neutraalne	* 7,5	2,2	* 5,1
	neutraalne	* 7,9	2,5	* 6,1
	kurb	2,4	1,4	* 5,2
	kurb	1,5	2,5	* 5,7
	rõõmus	4,6	,6	* 4,5
	rõõmus	4,0	2,0	* 5,6
	kuri	2,0	1,3	* 4,5
	kuri	1,5	2,5	* 5,7
	kaval	2,1	,7	* 5,7
	kaval	2,2	2,1	* 5,8
	kujund 2	,2	* 12,4	* 13,4
	kujund 2	,1	* 11,1	* 6,7
	kujund 1	2,4	6,7	15,6
	kujund 1	3,5	6,7	43,1

\* eesmärkstümm

ja  $m(\text{pööratud})=351,1$  ms ( $SD=88,6$  ms) ( $p=,004$ ), rõõmsa näo puhul  $m(\text{püsti})=342,5$  ms ( $SD=84,1$  ms) ja  $m(\text{pööratud})=352$  ms ( $SD=85,8$  ms) ( $p<,01$ ). Neutraalsel näol  $m(\text{püsti})=352,1$  ms ( $SD=86,9$  ms) ja  $m(\text{pööratud})=361,9$  ms ( $SD=93,5$  ms) ( $p=,002$ ). Kavala näo puhul  $m(\text{püsti})=339,1$  ms ( $SD=82,2$  ms),  $m(\text{pööratud})=347,7$  ms ( $SD=85,3$  ms) ( $p=,004$ ) ning segamini ümarate joontega kujundi 2 puhul  $m(\text{püsti})=395$  ms ( $SD=103,1$  ms) ja  $m(\text{pööratud})=360$  ms ( $SD=91,6$  ms) ( $p<,01$ ).

Lisaks õigete vastuste reaktsiooniaegadele leiti ka valedele stiimulitele reageerimiste ja õigele reageerimata jätmiste arvu suhe õigete vastuste arvuga iga stiimuli jaoks erinevates seeriates (vt Tabel 1).

### Küsimustik

Arvutati keskmised iga stiimuli jaoks erinevate küsimuste puhul (vt Tabel 2). Omavahel võrreldi hinnanguid iga stiimuli püstisele ja pööratud variandile (vt Tabel 4). Hinnanguid neutraalsele näole (millele olid olemas ka reaktsiooniajad) võrreldi hinnangutega kujunditele (vt Tabel 3).

Tabel 2. Küsimustiku vastuste keskmised ja standardhälbed. Roosas kirjas püstine ja sinises pööratud tingimus.

		küsimus							
		õnnelik- õnnetu		rahulik- erutatud		märkamatu- silmapaistev		verbaalne- kujundiline	
		m	SD	m	SD	m	SD	m	SD
stiimul	neutraalne	4,8	1,5	4,1	1,7	5,8	1,9	6,1	2,4
	neutraalne	4,8	1,3	4,4	1,4	5,8	1,6	6,6	2,4
	kurb	7,2	1,8	5,1	1,8	5,8	1,9	6,0	2,8
	kurb	6,7	1,6	4,5	1,5	5,0	1,9	6,5	2,5
	rõõmus	3,0	1,9	4,4	1,7	5,6	1,9	6,0	2,5
	rõõmus	3,4	1,2	4,4	1,5	4,8	1,9	6,4	2,4
	kuri	7,1	1,7	5,5	1,6	6,1	1,8	6,1	2,5
	kuri	6,6	1,8	5,5	1,7	5,8	1,8	6,4	2,4
	kaval	5,0	2,3	6,1	1,8	6,4	1,6	6,0	2,6
	kaval	4,3	1,8	5,2	2,0	5,3	1,9	6,4	2,3
	kujund 2	4,6	1,6	4,6	1,6	5,6	2,0	7,3	2,4
	kujund 2	4,5	1,6	4,6	1,8	5,6	2,0	7,4	2,1
	kujund 1	5,2	1,0	4,7	1,5	6,4	1,8	6,6	2,7
	kujund 1	5,3	1,4	4,9	1,8	6,5	1,7	7,0	2,7

Tabel 3. Hinnangud neutraalsele näole võrdluses hinnangutega kujunditele. Roosas kirjas püstine tingimus, sinises pööratud.

	küsimus			
	õnnelik- õnnetu	rahulik- erutatud	märkamatu- silmapaistev	verbaalne- kujundiline
neutraalne vs kujund 1	,069	,142	,109	,358
neutraalne vs kujund 1	,083	,114	,064	,328
neutraalne vs kujund 2	,388	,364	,544	,008 *
neutraalne vs kujund 2	,602	,456	,561	,032 *

\* olulised erinevused märgitud tärniga,  $p < 0.05$

*Tabel 4.* Küsimustiku vastuste keskmiste võrdlused iga stiimuli püsti ja pööratud variandi vahel, tabelisse on märgitud vastavad p-väärtused iga küsimuse kohta.

	küsimus			
	õnnelik- õnnetu	rahulik- erutatud	märkamatu- silmapaistev	verbaalne- kujundiline
kuri	0,003 *	0,449	0,233	0,696
kurb	0,011 *	0,017 *	0,011 *	0,063
rõõmus	0,060	0,972	0,006 *	0,141
neutraalne	0,701	0,258	0,438	0,013 *
kaval	0,033 *	0,012 *	0,003 *	0,083
kujund 1	0,642	0,394	0,515	0,067
kujund 2	0,824	0,865	0,480	0,763

\* olulised erinevused märgitud tärniga,  $p < 0.05$

## EEG

Kui katseisik suunab deviantidele tähelepanu, siis ilmnevad EEG pildis erinevused ja MMNi eraldamine tähelepanuga seotud komponentidest võib muutuda keeruliseks. Kuna seerias (3) pidid katseisikud deviantidele reageerima, siis selle seeria EEG andmeid antud töös ei analüüsitud. Ka ühe katseisiku tulemused seerias (2) jäid analüüsist välja, kuna EEG salvestusel ilmnemiseid tehnilised probleemid.

Kasutatud elektroodidest keskendutakse antud töös OZ elektroodi salvestustele, mis asus kuklasagara keskel. Selles piirkonnas on oodata tugevat MMNi ilmnemist (Froyen, Atteveldt, & Blomert, 2010).

Erinevuste olulisuse (vt *Tabel 5 ja 6*) raporteerimiseks jagati vaadeldav ajaline piirkond kaheks osaks, milles on oodata MMNi ilmnemist: 0-200 ms ja 200-400 ms (Astikainen & Hietanen, 2009). Erinevuse olulisuse kriteeriumiks oli  $p > 5$ .

*Tabel 5.* Summaarsete ERP-kõverate erinevused standard-stiimulist seerias (1).

	negatiivsus		positiivsus	
	0-200 ms	200-400 ms	0-200 ms	200-400 ms
püstised näod	**	**	*	
pööratud näod	*		**	*
püstine kujund	*	*	*	
pööratud kujund	*		*	***

\* oluline erinevus <50% ulatuses

\*\* oluline erinevus ~50% ulatuses

\*\*\* oluline erinevus >50% ulatuses

*Tabel 6.* Summaarsete ERP-kõverate erinevused standard-stiimulist seerias (2).

	negatiivsus		positiivsus	
	0-200 ms	200-400 ms	0-200 ms	200-400 ms
püstised näod	**	***	*	
pööratud näod	*		*	*
püstine kujund	*	*	*	*
pööratud kujund	*	*	**	***

\* oluline erinevus <50% ulatuses

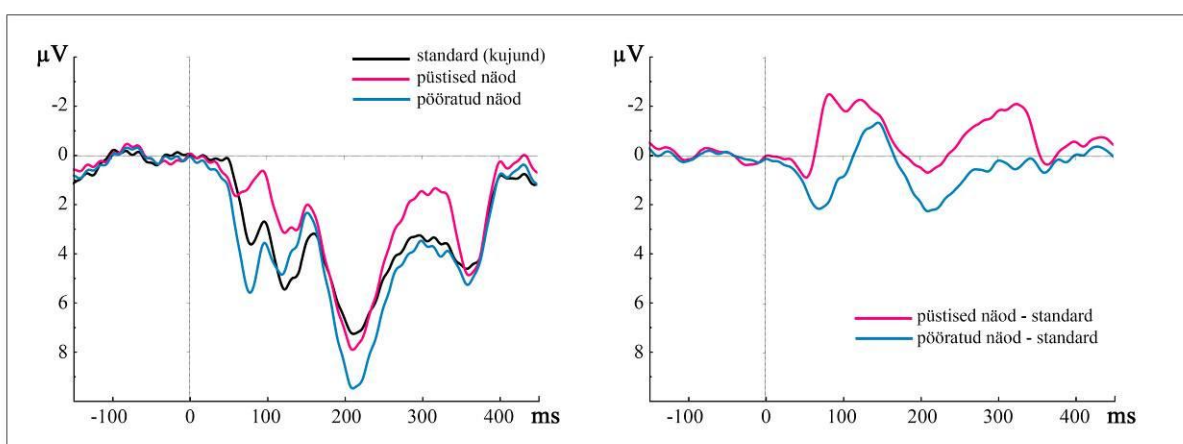
\*\* oluline erinevus ~50% ulatuses

\*\*\* oluline erinevus >50% ulatuses

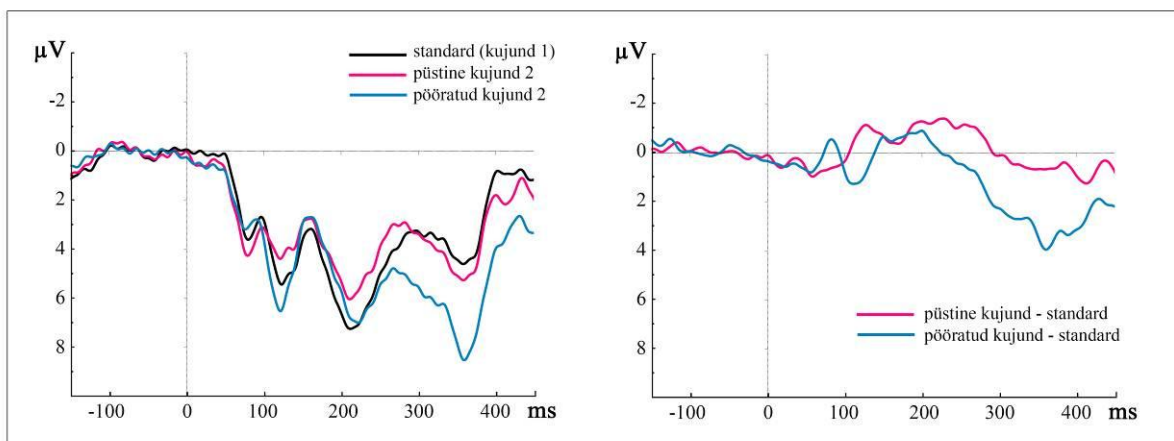
Seerias (1) on püstiste nägude töötlusel tekkinud kaks erinevat negatiivset lahknevuspiirkonda ja pööratud nägude puhul vaid üks hilisem ja väiksema amplituudiga negatiivne erinevus (*Joonis 3a*). Seeria (2) püstistel nägudel on samuti kaks MMN piirkonda (*Joonis 3c*). Seerias (2) on pööratud nägude MMN suurema amplituudiga kui seerias (1) ja ka suurema amplituudiga kui sama seeria püstistel nägudel, kuid püstiste nägude esimene MMN on varasem.

Kujundite puhul seerias (1) ei tekita teine kujund deviandina väga olulisi negatiivsuseid ei püstisena ega pööratuna (*Joonis 3b*). Seerias (2) on nii pööratud kui püstise kujundi puhul näha olulisi MMN piirkondi, Püstise kujundi MMN on varasem ja suurema amplituudiga (*Joonis 3d*).

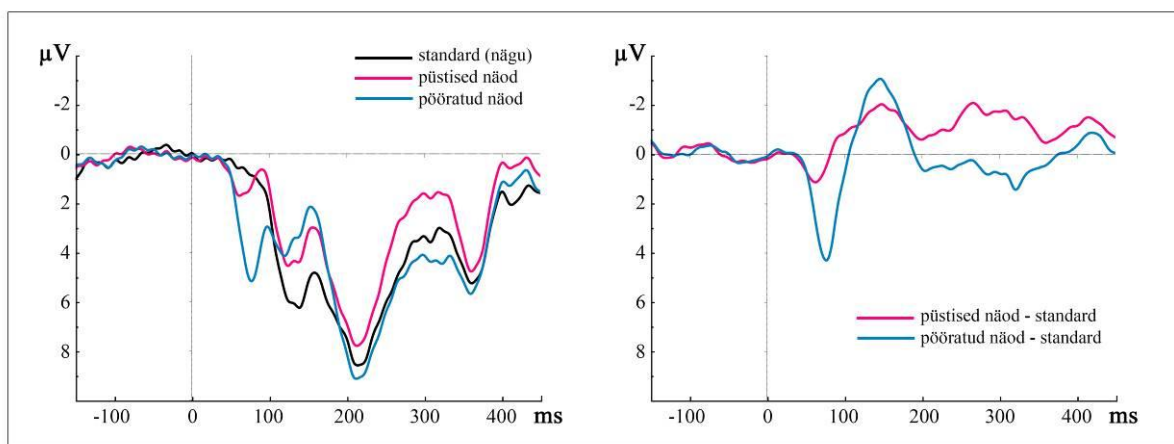
Seerias (1) on püstiste nägude eristus oluliselt tugevam kui kujundi oma, kuid pööratud nägude puhul on erinevused kujundiga väiksemad (*Joonised 3a ja 3b*). Seerias (2) on püstistel nägudel kaks MMNi ja esimene neist on varasem kui kujundi oma. Püstise kujundi puhul toimub suurema amplituudiga varajane töötlus ning kujundile tekkinud MMN on suurema amplituudiga kui püstiste nägude omad. Pööratud nägude puhul on tekkinud suurema amplituudiga varajane positiivne komponent P1 ja varasem ning tugevam MMN kui pööratud kujundi puhul.



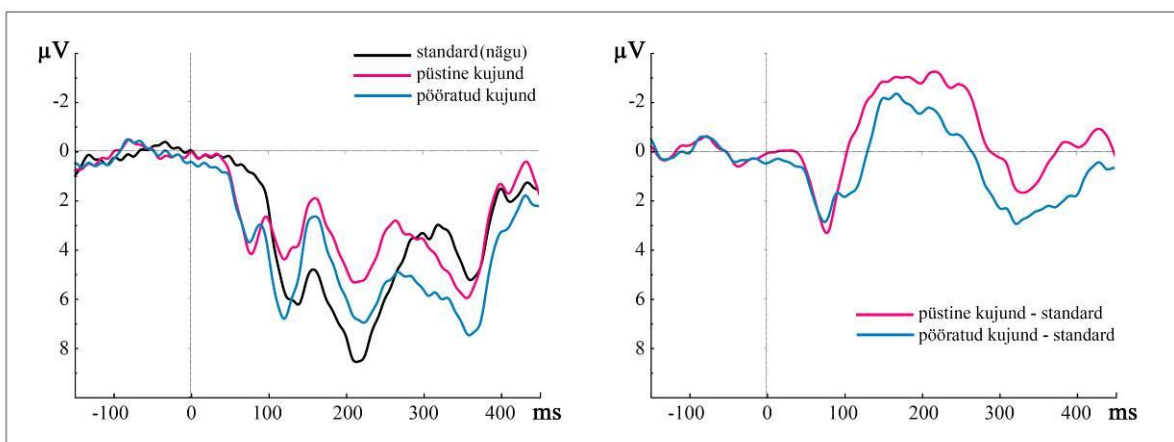
*Joonis 3a.* Vasakul on kujutatud püstiste ja pööratud nägude summaarseid keskmistatud ERP-kõveraids võrdluses standardiga (kujund) seerias (1), paremal vastavaid erinevuste laineids (N=44).



*Joonis 3b.* Vasakul on kujutatud püstiste ja pööratud kujundite summaarseid keskmistatud ERP-kõveraaid võrdluses standardiga (kujund) seerias (1), paremal vastavaid erinevuste laineid (N=44).



*Joonis 3c.* Vasakul on kujutatud püstiste ja pööratud nägude summaarseid keskmistatud ERP-kõveraaid võrdluses standardiga (nägu) seerias (2), paremal vastavaid erinevuste laineid (N=43).



*Joonis 3d.* Vasakul on kujutatud püstiste ja pööratud kujundite summaarseid keskmistatud ERP-kõveraaid võrdluses standardiga (nägu) seerias (2), paremal vastavaid erinevuste laineid (N=43).

## Arutelu

### Reaktsiooniajad

Reaktsiooniaegade tulemustest nähtub, et püstisele näole reageeriti oluliselt kiiremini kui pööratule, kuid segamini kujundile reageerides ei olnud püstise ja pööratud variandi töötluskiirustel olulist vahet. Seeriates (1) ja (2) ei olnud keskmised oluliselt erinevad ja seega, kuigi kummaski seerias kõrvutati deviantne erinevate standarditega, tehti nägude ja kujundite kõrvutamiseks võrdlused ka üle seeriade. Sealt selgus, et püstise ja pööratud näo töötluskiirused on oluliselt erinevad, kuid pööratud näo ja kujundi vaheline erinevus on väiksem. Seega kinnitavad kõik RT tulemused esimeses kahes seerias autori poolt püstitatud teist hüpoteesi.

Teistest erineva ülesehitusega seeria (3) puhul tehti analüüsid eraldi. Tuli välja, et ainult kurja näo puhul ei ole pööratud variandiga erinevust, mis näib kinnitavat teooriaid kurja emotsiooni eelistöötlustest (Öhman et al., 2001), sest seda töödeldi kiiresti ka pööratuna. Jooniselt 2 võib näha, et kurjale näole sarnaselt ohtliku tähendusega kavalat nägu töödeldi samuti tagurpidiselt kiiremini kui teisi emotsioone, ka see kinnitab ohtlike nägude töötluste eelistamist. Samuti nähtub sellelt jooniselt, et neutraalset nägu töödeldi üldiselt aeglasemalt kui teisi emotsioone, mis võib näidata emotsiooni erutavuse olulisust töötluskiirusel. Emotsionaalsete stiimulite erinevale töötlustele keskendub aga pikemalt käesoleva andmestiku põhjal Kadri Väljaste (2013) poolt kirjutatud seminaritöö, mistõttu sellel teemal arutelus pikemalt ei peatuta.

Erinevalt seeria (2) tulemustest, oli kolmandas seerias aga väga suur erinevus püstise ja pööratud (sellesama) kujundi 2 reaktsiooniaegade vahel, mis ei ole kuigi ootuspärane. Siiski tuleb tähele panna, et seerias (3) oli välditavaks stiimuliks vaatlusalusega sarnane kujund 1 ning nende kahe omavaheline eristamine oli tõenäoliselt keerulisem kui nägude puhul ja seega kulus süvenemiseks ja töötlusteks rohkem aega. Samuti oli standardiks, mida katseisikule teistest 5 korda tihedamini esitati, püstine kujund 1, millest tingitud segadus võib selgitada püstise kujundi 2 ebaproportsionaalselt pikka reaktsiooniaega, samas kui pööratu puhul on RT nägudega sarane. Seega võib see tulemus olla katsedisainist tingitud ja ei pruugi arutelu esimeses lõigus kinnitatud hüpoteesi ümber lükata.



### **Valed vastused**

Valede vastuste tabelit vaadates näib, et seerias (2), kus tuli vajutada kujundile 2, reageeriti kujundile 1 veidi rohkem valesti kui tavalistele nägudele, mis näitab taaskord, et kaks kujundit on omavahel sarnased. Samas seerias võib näha trendi, et pööratud nägudele vastati rohkem valesti kui püstistele, mis võib tähendada, et neid tajuti rohkem sarnastena standardiks olnud segamini kujundiga kui püstiseid nägusid. Pööramise efekt kaob seerias (1), kus reageeriti näole.

Kui tuli tabada nägu, jäeti poole vähem õigele asjale reageerimata kui seerias, kus tuli tabada kujundit. Ka reaktsiooniaegadest ilmnes, et nägudele reageeriti kiiremini kui pööratutele või kujunditele ja siit võib järeldada, et nägusid on üldiselt lihtsam märgata.

Tingimuses (1), kus tuli reageerida neutraalsele näole, on teistest vähem valesti vajutatud segamini kujundile 2 (ümarate joontega). See stiimul võib olla paremini eristatav, sest see on üks mitte-nägu hulga konkureerivate emotsionaalsete nägude vahel. Samas on sirgete kriipsudega kujundi puhul valede reaktsioonide arv siiski nägudega sama kõrge, mis võib tulla sellest, et see koosneb samadest (sirgetest) elementidest, millest koosneb eksklusiivselt ka neutraalne nägu ning seetõttu oli seda eesmärkstiimuliga kergem sassi ajada.

Seerias (3), kus tuli vältida kujundit 1, on taas pööratud nägudele rohkem valesti reageeritud, mis kinnitab seerias (2) märgatut. Välditavale stiimulile on vajutatud palju rohkem valesti võrreldes kõigi teiste stiimulite valede vastustega kõigis seeriates, aga see on arusaadav, sest deviandid esinesid siin üle ühe standardi ja seega tuli enamasti igale teisele esitusele ka vajutada ning sellisesse mustrisse langemine võis häirida ülesande täitmist. Standardiga samasugusele välditavale stiimulile on aga vähem valesti reageeritud, mis võib tulla sellest, et sellele stiimulile harjuti paljusid standardeid vaadates mitte reageerima, aga tema pööratud variant ilmus harvem ja üllatas rohkem.

### **Küsimustik**

Erinevalt teistest mõõtmistest saab küsimustiku vastustest välja lugeda katseisikute subjektiivset arvamust stiimulite erinevuste kohta. Selgus, et statistiliselt oluline erinevus puudub mõlema kujundi püstiste ja pööratud variantide vahel iga küsimuse puhul, aga erinevusi esineb kõigi nägude püstiste ja pööratud variantide puhul. See näitab, et inimesed

hindavad segamini kujundeid sarnaseks nii püstise kui tagurpidisena, kuid pööratud näod on püstistest erinevad, mis sobib kokku töö kolmanda hüpoteesiga.

Samas võrreldi küsimustiku tulemuste põhjal ka hinnanguid neutraalsele näole hinnangutega mõlemale kujundile. Eeldused, et RT tulemustele sarnaselt on püstisele näole ja püstistele kujunditele antud hinnangute vahel oluline erinevus, kuid pööratud nägude ja kujundite hinnangute vahel see puudub, said ümber lükatud, sest erinevused puudusid pea iga küsimuse puhul. Seega peab inimene ka neutraalset nägu kujunditega mõlemas orientatsioonis küllaltki sarnaseks.

Et aga reaktsiooniaegade tulemused muud näitavad, tuleb spekuloida, et küsimustik ei pruugi erinevuste võrdlemisel olla kõige valiidsim ega usaldusväärsem vahend. Esiteks on kasutatud väga väheseid üldiseid küsimusi ning teiseks on katsetes kasutatud stiimulid siiski skemaatilised ning kuigi need on osaliselt valideeritud, ei ole originaalautorid neid antud tööle kohaselt ümberpööratutena kasutanud ja kontrollinud ning see asjaolu võib tulemusi mõjutada. Näiteks teatud elementide asendid pööratud versioonis võivad teistsuguse emotsiooni rolli mängida (kulmude suund, suu kaar jne).

## EEG

Kadri Väljaste (2013) seminaritöös, mis keskendub erinevatele emotsioonidele ja lahkab seega iga nägu eraldi, selgus, et kõik näod käituvad seeria sees püstises asendis standardi suhtes üsna sarnaselt ning ka pööratud näod käituvad omavahel standardiga võrreldes sarnaselt. Küll aga näitab püstiste ja pööratud nägude omavaheline võrdlus, et neid kahte kategooriat töödeldakse küllaltki erinevalt.

Püstiste nägude avastamine toimub mõlemas seerias varem kui pööratud nägudel. Seerias (1), kus oli standardiks kujund, on püstiste nägude töötlusel tekkinud kaks erinevat negatiivset lahknevuspiirkonda, kuid pööratud nägude puhul vaid üks hilisem ja väiksema amplituudiga, mis kinnitab, et pööratud nägusid eristati kujundist kehvemini.

Seerias (2), kus oli standardiks nägu, on pööratud nägude MMN suurema amplituudiga kui püstistel nägudel, mis kinnitab loomulikku eeldust, et pööratud nägusid on kergem püstiste nägude seast eristada kui nägu ennast. Kuid püstistel nägudel on siiski sarnaselt seeriale (1)

tekkinud kaks MMNi ja esimene neist on veidi varasem kui pööratud nägudele tekkinud MMN, mis näitab, et nägudele pöörab aju niikuinii tähelepanu, olenemata sellest, mille seas neid märgatakse. See kinnitab Palermo ja Rhodes'i (2007) seisukohti nägudetöötamise kohustuslikust prioriseerimisest ajus.

Vaadeldes seeriavahelisi erinevusi, võib täheldada, et seerias (1), kus oli standardiks kujund, on MMN pööratud näole väiksema amplituudiga kui seerias (2), kus standard oli nägu. See tähendab, et seerias, kus tuli kujunditest eristada pööratud nägu, tekkis väiksem reaktsioon ja neid eristati halvemini ning tingimuses, kus tuli püstistest nägudest eristada pööratud, oli eristamine lihtsam. See tulemus kinnitab töö esimest hüpoteesi.

Võrreldes hälbivatele kujunditele tekkinud reaktsioone, võib näha, et seerias (1), kus ka standardiks oli kujund, ei tekitanud teine kujund deviandina olulisi negatiivsuseid ei püstisena ega ka pööratuna. Seerias (2), kus standardiks oli nägu, on aga nii pööratud kui püstise kujundi puhul näha olulisi MMN piirkondi, mis näitab ootuspäraselt, et erinevaid kujundeid tajutakse sarnasena, kuid nägusid töödeldakse hoopis erinevalt. Siiski on püstisel kujundil veidi varasem ja suurema amplituudiga MMN kui pööratud, mis näitab, et ka kujundi tajumine on püstises ja pööratud asendis veidi erinev. Et tegu peaks olema täielikult segatud elementidega, võib see nähtus tähendada, et kujundid omavad siiski mingeid emotsiooni tunnuseid ning pole parimaks objektiivseks ja neutraalseks mõõtevahendiks.

Võrreldes standardile kõrvutatud nägusid kujunditega, on näha, et seerias (1), kus oli standardiks kujund, on püstiste nägude eristus oluliselt tugevam kui kujundi oma, kuid pööratud nägude puhul erinevused kujundiga vähenevad. Seerias (2), kus standard oli nägu, on püstise kujundi puhul varajane töötus suurema amplituudiga kui püstistel nägudel ning kujundile on tekkinud ka suurema amplituudiga MMN. Pööratuna on aga hoopis nägudele tekkinud suurema amplituudiga varajane töötus positiivsuse poolel ja varasem ning tugevam MMN kui kujundi puhul. See kinnitab koos esimeses seerias tehtud tähelepanekutega, et pööratud nägusid töödeldakse sarnasemalt mittenäolisele kujundile kui näole.

### **Kokkuvõtteks**

Reaktsiooniaegade ja sealt eraldatud valede reaktsioonide analüüsist võisime näha, et üldiselt töödeldakse nägusid kiiremini kui teisi stiimuleid ning kinnitust leidis hüpotees, et pööratud

nägude reaktsioonid sarnanevad rohkem kujundite kui püstiste nägude omadega. Subjektiivsed hinnangud näitasid, et püstiseid ja pööratud nägusid peeti omavahel rohkem erinevaks kui püstiseid ja pööratud kujundeid. Ka EEG tulemused vastasid püstitatud hüpoteesidele ja näitasid mitmel moel, et püstiste ja pööratud nägude tajumise vahel on suuremad erinevused kui pööratud nägude ja kujundite vahel. Kokkuvõtvalt võib nende tulemuste põhjal järeldada, et nägusid töödeldakse kiiresti ja eriliselt: nägudetöötlus toimub konfiguratiivselt, st nägu tajutakse tervikliku üksusena. Pööratud nägude töötlus sarnaneb aga mittenägude omale, mis toimub osadeks jaotamise kaudu.

Tulevikus saaks juba kogutud andmete põhjal uurida seeria (3) EEG tulemusi ja vaadata, mis juhtub siis, kui stiimulit välditakse, mitte ei otsita. See võimaldaks lisaks nägudetöötlusele lähemalt uurida ka MMNi seoseid tähelepanuga.

### Kirjandus

- Astikainen, P., & Hietanen, J. K. (2009). Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions. *Behavioral and Brain Functions*, 5:30.
- Bentin, S., McCarthy, G., Perez, E., Puce, A., & Allison, T. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 551-565.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL, US: Human Kinetics.
- Chang, Y., Xu, J., Shi, N., Zhang, B., & Zhao, L. (2010). Dysfunction of processing task-irrelevant emotional faces in major depressive disorder patients revealed by expression-related visual MMN. *Neuroscience Letters*, 472(1), 33–37.
- Farah, M. J. (1996). Is face recognition „special“? Evidence from neuropsychology. *Behavioural Brain Research*, 76(1–2), 181–189.
- Farah, M. J., Wilson, K. D., Drain, M., & Tanaka, J. N. (1998). What is „special“ about face perception? *Psychological Review*, 105(3), 482-498.
- Froyen, D., Atteveldt, N., & Blomert, L. (2010). Exploring the Role of Low Level Visual Processing in Letter–Speech Sound Integration: A Visual MMN Study. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 4:9.
- Goydke, K. N., Altenmüller, E., Moller, J., & Munte, T. F. (2004). Changes in emotional tone and instrumental timbre are reflected by the mismatch negativity. *Cognitive Brain Research*, 21(3), 351-359.
- Gratton, G., Coles, M. G., Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55(4), 468-84.
- Haxby, J. V., Ungerleider, L. G., Clark, V. P., Schouten, J. L., Hoffman, E. A., & Martin, A. (1999). The effect of face inversion on activity in human neural systems for face and object perception. *Neuron*, 22, 189-199.
- Kanwisher, N., Tong, F., & Nakayama, K. (1998). The effect of face inversion on the human fusiform face area. *Cognition*, 68(1), B1-B11.
- Kimura, M., Schröger, E., & Czigler, I. (2011). Visual mismatch negativity and its importance in visual cognitive sciences. *NeuroReport*, 22, 669-673.
- Kujala, T., Tervaniemi, M., & Schröger, E. (2007). The mismatch negativity in cognitive and clinical neuroscience: Theoretical and methodological considerations. *Biological Psychology*, 74, 1-19.
- Kukk, G. (2010). *Impact of the ADRA2A promoter polymorphism C-1291G on processing of emotional schematic faces*. Master thesis. University of Tartu.
- Li, X., Lu, Y., Sun, G., Gao, L., & Zhao, L. (2012). Visual mismatch negativity elicited by facial expressions: new evidence from the equiprobable paradigm. *Behavioral and Brain Functions*, 8:7.
- Mercure, E., Dick, F., & Johnson, M. H. (2008). Featural and configural face processing differentially modulate ERP components. *Brain Research*, 1239, 162-170.

- Näätänen, R. (2000). Mismatch negativity (MMN) : perspectives for application. *International Journal of Psychophysiology*, 37, 3-10.
- Näätänen, R., Gaillard, A. W. K., Mäntysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313–29.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118(2007), 2544–2590.
- Näätänen, R., Pakarinen, S., Rinne, T., & Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 115, 140–144.
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45, 75–92.
- Pazo-Alvarez, P., Cadaveira, F., & Amenedo, E. (2003). MMN in the visual modality: A review. *Biological Psychology*, 63, 199-236.
- Rellecke, J., Palazova, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2011). On the automaticity of emotion processing in words and faces: Event-related brain potentials evidence from a superficial task. *Brain and Cognition*, 77(1), 23-32.
- Sibolt, O. (2012). *Sündmuspotentsiaalid skemaatiliste näoväljenduste korral*. Avaldamata seminaritöö. Tartu Ülikool.
- Smith, M. L. (2012). Rapid Processing of Emotional Expressions without Conscious Awareness. *Cerebral Cortex*, 22(8), 1748-1760.
- Zhao, L., & Li, J. (2006). Visual mismatch negativity elicited by facial expressions under non-attentional condition. *Neuroscience Letters*, 410, 126–131.
- Zheng, X., Mondloch, C. J., & Segalowitz, S. J. (2012). The timing of individual face recognition in the brain. *Neuropsychologia*, 50(7), 1451-1461.
- Thönnessen, H., Zvyagintsev, M., Harke, K. C., Boers, F., Dammers, J., Norra, Ch., & Mathiak, K. (2008). Optimized mismatch negativity paradigm reflects deficits in schizophrenia patients. A combined EEG and MEG study. *Biological Psychology*, 77, 205–216.
- Wu, J., Duan, H., Tian, X., Wang, P., & Zhang, K. (2012). The effects of visual imagery on face identification: an ERP study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 305.
- Väljaste, K. (2013). *Skemaatiliste emotsiooninägude tajumine: EEG, reaktsiooniaegade ja subjektiivsete hinnangute analüüs*. Avaldamata seminaritöö. Tartu Ülikool.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396.
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, 81(1), 141-145.
- Yovel, G., & Kanwisher, N. (2004). Face Perception: Domain Specific, Not Process Specific. *Neuron*, 44(5), 889–898.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Kertu Saar